

---

## **ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ КОМПЛЕКСНОЙ УТИЛИЗАЦИИ НИКЕЛЬСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ ЭЛЕКТРОЭРОЗИОННОЙ ОБРАБОТКИ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ХАРЬКОВСКОГО РЕГИОНА**

---

Значительный прогресс человечества характеризуется огромным техногенным воздействием на окружающую среду отходов, образованных в различных отраслях промышленности. Если принять общее количество промышленных отходов за 100%, то отходы машиностроения, цветной металлургии, химической промышленности и др., обладающие токсическими свойствами, составляют 10-20%. К важнейшим причинам следует отнести:

- низкий технологический уровень производственной базы промышленности, определяющий ее высокую отходоёмкость;
- незначительность разработок или отсутствие основ технологических схем безотходных производств;
- отсутствие экономических исследований, направленных на выработку критериев развития производства в целях сохранения равновесия окружающей среды;
- моральное старение технологического оборудования и его изношенность, достигающая в ряде отраслей 60% и более;
- низкая возобновляемость основных фондов;
- узкопрофильное решение экономических и инженерно-технических вопросов, недооценка мер защиты природной среды;
- отсутствие или ограниченность по большинству видов отходов производственной базы их обезвреживания и переработки;
- недостаточность знаний об экологических системах, границах их устойчивого функционирования (способности выдерживать нагрузку);
- неумение прогнозировать изменения окружающей среды и их влияние на здоровье человека;
- несовершенство системы государственного регулирования обращения с отходами.

Одним из крупнейших градообразующих промышленных комплексов Украины является Харьковский регион, что влечет за собой решение целого ряда проблем, таких как, обеспечение населения питьевой водой, захоронение и переработка бытовых и промышленных отходов, решение других экологических проблем.

Сосредоточение предприятий машиностроения приводит к накоплению отходов, в состав которых входят вредные вещества, загрязняющие окружающую среду.

Перспективным и экономически целесообразным решением проблемы утилизации образующихся отходов является их вторичное использование, поскольку отходы производства – это по тем или иным причинам неиспользованная или недоиспользованная часть сырья. Реализация этих сложных технических решений позволит квалифицированно перерабатывать отходы, решая таким образом и инженерно-экологические задачи региона.

На таких Харьковских предприятиях как авиационный завод, электро-механический, Дергачевский турбокомпрессорный, тракторный и др., после электроэрозионной обработки деталей, изготовленных из легированных сталей и сплавов цветных металлов, образуются отходы, в состав которых входят соединения никеля, хрома, вольфрама, молибдена, железа, титана и других. Образующиеся в сравнительно небольшом количестве данные отходы хранятся на землях предприятий. Это приводит к изменению функционирования почвенной системы, которая выражается в ухудшении почвенной структуры и всего комплекса физических свойств.

В работе [1] дается анализ содержания никеля, хрома и ряда других элементов в почве для некоторых территорий г. Харькова. Наблюдается превышение ПДК подвижных форм никеля до 1,5-2 раз не только на территории жилых домов по ул. Танкопия, но и на территории парка Артема, где иногда концентрация никеля даже выше, чем в застроенной зоне. Это объясняется сосредоточением здесь промышленных предприятий.

Отходы электроэрозионной обработки являются токсичными, что подтверждается значениями их предельно-допустимых концентраций, приведенных в таблице 1.

Таблица 1. Предельно-допустимые концентрации металлов и их оксидов [2, 3].

Химическое соединение	ПДК в воздухе, мг/м <sup>3</sup>	ПДК в воде, мг/л	ПДК в почве, мг/кг
Ni, NiO	0,001	0,1	4
Co, CoO	0,001	1	5
Cr, Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-	0,1	6
Mo, MoO <sub>2</sub>	-	0,5	-
Fe, Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,04	-	0,5
W, WO <sub>3</sub>	0,15	-	0,5

Воздействие на живые организмы соединений, входящих в отходы, приводит к негативным последствиям. Соединения металлов, попадая в плодородные земли, нарушают взаимосвязь в трофических цепях и, таким образом, вызывают нежелательные изменения в них. Основным компонентом изучаемых отходов является никель. Канцерогенное действие никеля связано с внедрением его в клетки, где он вызывает нарушения ферментных и обменных процессов. Никель, связываясь с РНК, вызывает нарушение структуры и функции нуклеиновых кислот. Хром (III) в плазме крови связывается с белками. Хром обладает сродством к легочной ткани, а также накапливается в ретикуло-эндотелиальной системе печени, поджелудочной железы и костного мозга.

Вольфрам и его соединения воздействуют на желудочно-кишечный тракт, вызывает раздражение почечной паренхимы. Нарушение углеродной и детоксикационной функции печени, белкового состава крови [3]. Данные отходы представляют собой экологическую опасность, поэтому их утилизация является весьма актуальной для Харьковского региона.

В Украине практически нет сырьевой базы многих цветных металлов, а отсутствие или несовершенство технологий утилизации отходов приводит к безвозвратной потере ценных компонентов. Входящие в их состав металлы: никель, хром, молибден, вольфрам, титан являются основными легирующими элементами в сталях и чугунах [4, 5]. Известно, что наиболее эффективным методом комплексного улучшения эксплуатационных характеристик железоуглеродистых сплавов является легирование. То есть, возможно без дополнительных капитальных затрат оказывать значительное воздействие на свойства железоуглеродистых сплавов.

В НТУ «ХПИ» разработана технология утилизации отходов, образованных после электроэрозионной обработки никелевых сплавов с возможностью последующего применения металлической основы в качестве легирующей добавки к чугунам и сталям.

Химический состав изучаемых отходов выполнен с помощью рентгенофлуоресцентного анализатора «Спрут» (таблица 2). Были выполнены также электронно-микроскопический и рентгенофазовый анализы продуктов эрозии, которые позволили установить, что в состав отходов входят твердые растворы металлов и их оксиды.

Основная задача переработки состояла в наиболее полном восстановлении продуктов эрозии до металлической основы. В соответствии с этим предложен высокотемпературный процесс восстановления.

Таблица 2. Химический состав отходов.

Продукты эрозии	Массовая доля элементов, %						
	Ni	Cr	Fe	Mo	W	Ti	Co
	58,32	14,54	6,64	5,96	3,57	5,17	5,61

Для создания восстановительной среды использовался твердый углерод. Были проведены поисковые исследования, которые позволили установить параметры проведения процесса. Для повышения точности и уменьшения объема экспериментальных исследований было применено математическое планирование эксперимента. Проведен дробный факторный эксперимент.

Математическая модель позволила определить оптимальные условия получения восстановленной металлической основы. Такая основа представляет собой лигатуру, содержащую в основном Ni (54 - 64%), а также Cr (11 - 15%), Mo (3 - 7%), W (2 - 4%) и в малых количествах Co, Ti, Fe. Были проведенные полупромышленные испытания. Данная лигатура применялась при микролегировании серого чугуна марки СЧ20 [6].

После замены ферроникеля и частичной замены феррохрома на полученную лигатуру, при плавке чугуна марки СЧ20, был получен чугун со структурой подобной базовому чугуну с улучшенными механическими свойствами: предел прочности на растяжение и твердость увеличены на 12,5% на 5% соответственно. Использование данной комплексной присадки позволит снизить себестоимость чугуна на 182 грн., что составит 8,2% [7].

Из-за отсутствия технологий утилизации указанных отходов предприятия вынуждены возмещать ущерб от загрязнения почв. В соответствии с методикой определения размеров ущерба, обусловленного загрязнением и засорением земельных ресурсов вследствие нарушения природоохранного законодательства [8], произведен расчет выплат за складирование твердых отходов на территории предприятия. Данные необходимые для расчета выбраны с учетом земельного кадастра Харьковского областного отдела земельных ресурсов. Размер возмещения ущерба составил 3025 грн в год [7].

Таким образом, переработка данных отходов вполне рентабельная отрасль, способствующая одновременно и уменьшению количества отходов, и экономии природных ресурсов.

Однако следует отметить, что наращивания объемов переработки промышленных отходов в настоящее время сдерживается в виду отсутствия:

- экономических условий для рентабельной переработки большинства видов отходов;
- средств у предприятий на организацию производства по переработке собственных отходов

#### Используемая литература.

1. Крайнюк Е.В., Ольгинский А.Г. Содержание тяжелых и токсичных металлов в почве.//Людина і довкілля. 2002. Випуск 3. с.26-31.
2. Санитарно-химический анализ загрязняющих веществ в окружающую среду. Справочник. / Сост. Дмитриев М.Т., Карнина Н.И., Пинигина И.А. - М.: Химия, 1983. - 338с.
3. Вредные вещества в промышленности: Справочник для химиков, инженеров, врачей. Т. 3. Неорганические и элементарные соединения. / Под. ред. Проф. Лазарева Н.В. и др. - Л.: Химия, 1974.- 608с.
4. Ершов Г.С., Бычков Ю.Б. Физико-химические основы рационального легирования сталей и сплавов. - М.: Металлургия, 1982.- 360с.
5. Бобро Ю.Г. Легированные чугуны. - М.: Металлургия, 1976. - 288с.
6. Демин Д.А., Горбенко В.В., Винник И.А. Возможности замены ферросплавов применяемых для легирования чугуна, комплексной присадкой на основе никеля// Процессы литья. № 1, 2002, с. 24-28.
7. Горбенко В.В., Винник И.А. Эколого-экономическое обоснование целесообразности утилизации никельсодержащих отходов //Металлургическая и горнорудная промышленность. №5, 2002, с.101-103.

8. Довідник з питань економіки та фінансування природокористування і природоохоронної діяльності/Скл. Шевчук В., Пилипчук М., Карпенко Н. та інш. – Київ.: Геопринт, 2000. – 412с.

Розглядається забруднення ґрунту токсичними відходами, отриманих після електроерозійної обробки сплавів. Показано необхідність утилізації окислених відходів, що містять нікель. Показана доцільність використання нової комплексної добавки до чавунів, отриманої з нікельвміщуючих відходів, утворених у наслідку електроерозійної обробки деталей. Визначений розмір шкоди від забруднення земельних ресурсів даними виробничими відходами. Розраховано економічний ефект від заміни феросплавів при мікролегуванні чавуну на одержану добавку.

Рассматривается загрязнение почвы токсичными отходами, полученных после электроэрозионной обработки сплавов. Показана необходимость утилизации никельсодержащих окисленных отходов. Показана целесообразность применения новой комплексной добавки к чугунам, полученной из никельсодержащих отходов, образовавшихся в результате электроэрозионной обработки деталей. Определен размер ущерба от загрязнения земельных ресурсов данными промышленными отходами. Рассчитан экономический эффект от замены ферросплавов при микролегировании чугуна на полученную добавку.

The ground pollution of toxic waste formed after alloys electroarcing is reviewed. It is shown the necessity of utilization of nickel containing waste. It is shown the necessity of utilization of oxygen nickel containing waste. Necessity of application new complex additive from nickel-containing waste formed as a result electroarcing finishing of machine parts is shown. Damage from pollution of land with the above-mentioned industrial waste is determined. Economical effect of substituting iron alloys for the additive obtained for micro-alloying of casts is calculated.